

EVALUACIÓN DE ESPECIES Y FUENTES DE SEMILLA DE *PINUS*

Fernando Resquin¹

INTRODUCCIÓN

Hasta el momento *P. taeda* y *P. elliottii* ocupan casi la totalidad de la superficie plantada bajo proyecto con este género con una superficie aproximada de 158.000 ha. Del total del área plantada estas especies representan el 70% y 27%, respectivamente (MGAP, 2003).

Las plantaciones comerciales de estas especies se han concentrado en los departamentos de Rivera, Tacuarembó y Paysandú (Zonas 7 y 9) y en general han mostrado una buena adaptación a las diferentes condiciones agroclimáticas del país. A su vez, se ha determinado que las mismas tienen un comportamiento diferente en cada una de las zonas mencionadas lo cual estaría indicando que estas especies poseen un potencial productivo variable dependiendo del sitio que se esté considerando.

Por otro lado, además del sitio, es sabido que existen otros factores que afectan las tasas de crecimiento tales como la fuente de semilla y el manejo silvicultural, entre otros. En cuanto a las fuentes de semilla, diversos autores citan la gran variación existente entre las mismas teniendo en cuenta la amplitud del área de distribución natural además de la existencia de regiones productoras de semilla mejorada genéticamente.

A los efectos de determinar la combinación óptima: especie-fuente de semilla-zona del país, a partir del año 1992 el Programa Forestal del INIA comenzó con la instalación de ensayos de evaluación de especies y procedencias en varias de las zonas de prioridad forestal. A continuación se presentan resultados de varios ensayos de especies y procedencias a diferentes edades de evaluación.

EVALUACIÓN DE PROCEDENCIAS DE *Pinus taeda* Y *Pinus elliottii* AL SÉPTIMO AÑO

ENSAYO 33

MATERIALES Y MÉTODOS

En agosto del año 1994 fue instalado un ensayo de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en un predio de la empresa COFUSA próximo al km 495 de la Ruta 5 (suelo 7,2; Rivera). Previo a la plantación se realizó un laboreo total con excéntrica. El diseño experimental usado fue parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en donde la especie constituye la parcela principal y la procedencia las subparcelas. Estas subparcelas están formadas por 2 filas de 10 plantas con una distancia de plantación de 3 m entre filas y 2.5 m entre plantas. La descripción de los materiales genéticos en evaluación se presenta en el Cuadro 1.

Al primer año de instalado el ensayo (año 1995) fue medida la altura de todos los árboles. Durante los meses de invierno de los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 se realizaron mediciones de altura total y DAP en todos los árboles. En el año 2000 fue realizado un raleo en cada subparcela, eliminando los árboles más finos y defectuosos, para reducir la población a un número aproximado de 650 árboles por ha.

Con estos datos se estimaron el porcentaje de sobrevivencia, el volumen por árbol y por hectárea con corteza usando un factor de forma de 0.5. Con los resultados de la medición al año 2001 se realizó el análisis de varianza mediante el SAS para las variables citadas. Los contrastes de medias fue-

335

¹Ing. Agr. M.Sc., Programa Nacional Producción Forestal, INIA Tacuarembó. fresquin@tb.inia.org.uy



Cuadro 1. Lista de materiales de *P. taeda* y *P. elliotii* evaluados.

Código	Especie	Procedencia
1	<i>P. taeda</i>	Mondi, (Sud Africa)
2	<i>P. taeda</i>	Huerto Semillero en Texas, (USA)
3	<i>P. taeda</i>	Lousiana, (USA)
4	<i>P. taeda</i>	Texas, (USA)
5	<i>P. taeda</i>	Oeste de Los Angeles, (USA)
6	<i>P. taeda</i>	Este de Texas, (USA)
7	<i>P. taeda</i>	Alabama, (USA)
1A	<i>P. elliotii</i>	Alabama, (USA)
2A	<i>P. elliotii</i>	Lousiana, (USA)
3A	<i>P. elliotii</i>	Huerto Semillero en Florida, (USA)
4A	<i>P. elliotii</i>	Sappi, (Sud Africa)
5A	<i>P. elliotii</i>	Oeste de Los Angeles, (USA)

elliotii tenía una pequeña superioridad con respecto a *P. taeda*, mientras que a partir del 5^o año esta última especie alcanza el mayor crecimiento, situación que se mantiene hasta la última evaluación (Methol y Resquin, 2001). De todas maneras, los resultados obtenidos indican una paridad bastante grande a lo largo de los años para las dos especies. En este caso, los valores de crecimientos medidos al 6^o año son algo superiores a los citados por Sorrentino,

ron realizados a través del test de Duncan al 5% de significación. Con los datos de las mediciones de varios años fueron calculados los coeficientes de correlación para las variables citadas a distintas edades versus la medición al último año de evaluación (2001).

(1992), la cual reporta datos de IMA de 12,4 y 13.1 m³/ha/año de *P. elliotii* y *P. taeda* para este tipo de suelos, respectivamente.

Comportamiento de las procedencias de cada especie

Pinus taeda

Del análisis de varianza surge que existen diferencias entre procedencias para todas las variables analizadas (Cuadro 3). Las procedencias de mayor productividad por ha son la 4, 3, y 1 provenientes de Texas (USA), Lousiana (USA) y Mondi (Sudáfrica), respectivamente. La superioridad de estos materiales está determinada por el crecimiento individual ya que la sobrevivencia es prácticamente la misma para todos los casos. Los valores de IMA obtenidos por estas procedencias (luego del raleo) están próximos a 18 m³/ha/año. Se debe tener en cuenta, que de haberse mantenido la población original (sin raleo) y asumiendo tasas cre-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de las especies

En el Cuadro 2 son presentados los resultados promedio de altura total, DAP, volumen por árbol y volumen por ha de las especies evaluadas. Del análisis de varianza surge que no existen diferencias significativas para ninguno de los parámetros medidos. Los bajos valores de sobrevivencia se deben al raleo realizado entre el 6^o y 7^{mo} año de instalado el ensayo.

En cuanto al comportamiento de ambas especies, en la Figura 1 se observa, que hasta el 3^{er} año de instalado el ensayo *P.*

Cuadro 2. Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento al 7^{mo}. año para cada especie.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/arbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
<i>P. taeda</i>	10.6 a	19.3 a	49.3 a	0.1628 a	106.9 a	15.3
<i>P. elliotii</i>	10.4 a	19.0 a	50.0 a	0.1517 a	101.1 a	14.4

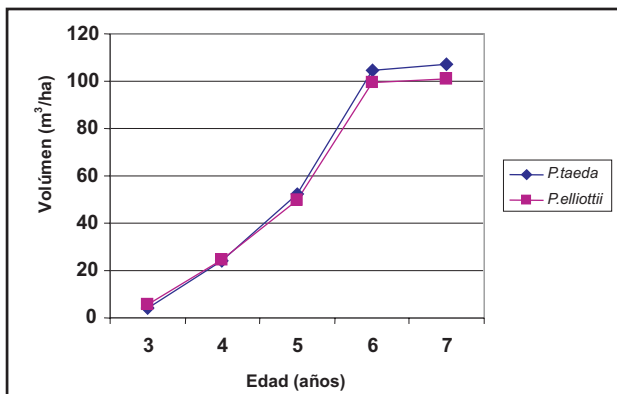


Figura 1. Evolución del crecimiento acumulado de ambas especies.

Cuadro 3. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo.} año para las procedencias de *P. taeda* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m³)	Volumen/ha (m³/ha)	IMA (m³/ha/año)
4	11.2 a	21.1 a	48	0.20 a	125.3 a	17.9
3	11.1 a	20.2 ab	50	0.19 ab	123.8 ab	17.7
1	10.9 ab	20.6 ab	49	0.19 ab	122.8 ab	17.5
5	10.5 b	19.2 ab	50	0.16 ab	103.8 ab	14.8
2	10.7 ab	18.7 b	50	0.15 ab	100.6 b	14.4
6	10.5 b	19.1 ab	49	0.15 b	100.6 b	14.4
7	9.7 c	16.5 c	50	0.11 c	71.7 c	10.2

cientos de incrementos de volumen, estos valores podrían haber alcanzado niveles superiores. En este sentido en la Figura 2 se observa que hasta el 6^{to.} año de evaluación, todos los materiales han registrado incrementos de volumen a tazas cada vez mayores. La procedencia 7 proveniente de Alabama (USA) es la que ha mostrado el peor comportamiento a lo largo de todas las evaluaciones debido a su bajo crecimiento individual.

Pinus elliottii

Del análisis de varianza se desprende que existen diferencias significativas entre procedencias para las variables DAP, volumen por árbol y por hectárea (Cuadro 4). La procedencia más productiva a lo

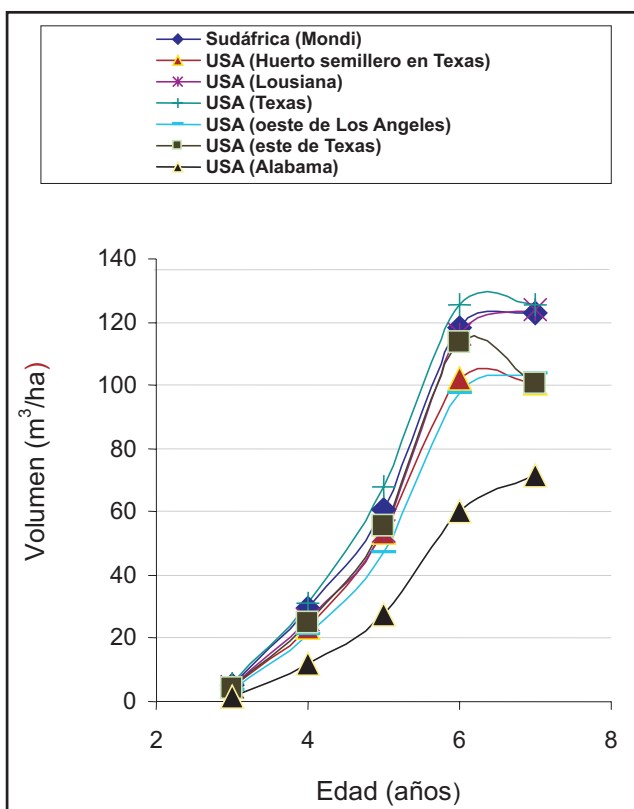


Figura 2. Crecimiento acumulado de las procedencias de *P. taeda*.

Cuadro 4. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo.} año para las procedencias de *P. elliotii* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
4 ^a	10.6 a	20.5 a	51	0.18 a	121.3 a	17.3
2 ^a	10.5 a	19.2 ab	50	0.16 ab	103.7 ab	14.8
3 ^a	10.3 a	19.0 ab	50	0.15 ab	99.1 b	14.2
5 ^a	10.4 a	18.7 b	49	0.15 b	95.4 b	13.6
1 ^a	10.1 a	17.7 b	50	0.13 b	86.2 b	12.3

largo de todas las evaluaciones es la 4A proveniente de Sappi (Sudáfrica) con un IMA de 17.3 m³/ha/año (Figura 3). Al igual que con las procedencias de *P. taeda* éstos valores de crecimiento podrían haber sido superiores si se hubiera mantenido la población original. De todas maneras esta "pérdida momentánea" de volumen va a ser compensada en el futuro con la obtención de árboles de mayor diámetro.

RELACIÓN ENTRE MEDICIONES A DIFERENTES EDADES

A través de los coeficientes de correlación calculados entre mediciones a diferentes edades de evaluación surge que todos los valores son altos con relación al volumen por ha al 7^{mo} año (Cuadro 5). Esto implica que pueden identificarse los materiales más productivos a partir de las primeras etapas del cultivo con altas probabilidades de éxito. Una tendencia muy similar también fue observada con la evaluación al 5^{to.} año de instalado el ensayo (Methol y Resquin, 2001). Los valores obtenidos indican que para el caso de *P. elliotii* el ranking de procedencias (por volumen por há) se mantiene prácticamente incambiado a lo largo de todo el período de evaluación. Para *P. taeda* se observa un pequeño cambio en el ranking de procedencias entre el 4^{to} y 6^{to} año de evaluación.

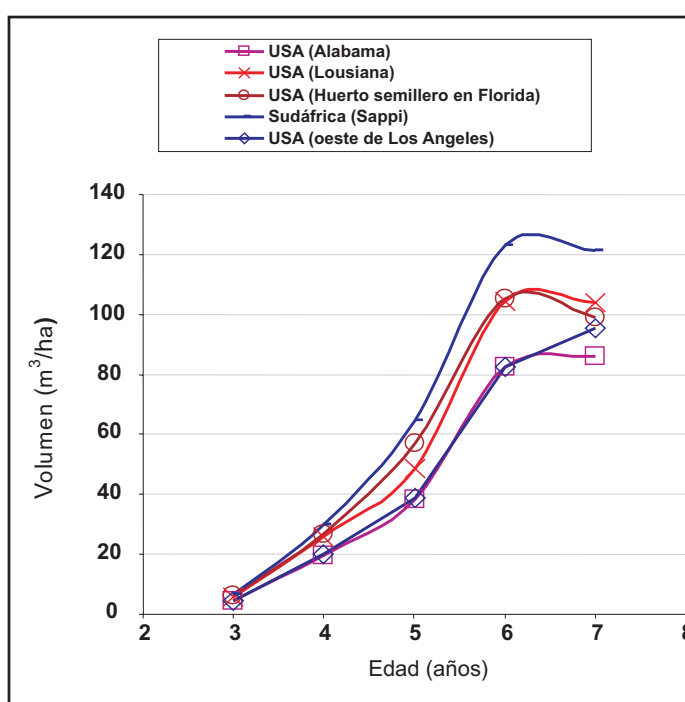


Figura 3. Crecimiento acumulado de las procedencias de *P. elliotii*.

ENSAYOS 75 Y 76

MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de junio de 1997 fueron instalados dos ensayos de evaluación de procedencias de *Pinus elliotii* y *Pinus taeda* cuyas principales características se describen en el Cuadro 6.

En los Cuadros 7 y 8 se presentan la lista de los materiales genéticos en evaluación en los dos ensayos.

Cuadro 5. Correlaciones entre valores de vol/ha medidas a diferentes edades con el valor al 7^{mo} año.

Especie	3 ^{er} año	4 ^{to} año	5 ^{to} año	6 ^{to} año
<i>P. taeda</i>	0.82	0.86	0.75	0.86
<i>P. elliotii</i>	0.9	0.9	0.9	0.9

Cuadro 6. Características generales de los dos ensayos.

Lugar	E 75 Manuel Díaz (Rivera)	E 76 Médanos (Rivera)
Suelo	7.32	7.32
Laboreo	Surcador	Surcador
Fecha de plantación	Jun.1997	Jun. 1997
Distancia de plantación	4 x 2.5m	3.4 x 2.6m
Densidad	1000	1131
Diseño experimental	Parcelas divididas	Parcelas divididas
Tamaño de la parcela	5 filas de 4 plantas	4 filas de 4 plantas

Cuadro 7. Lista de materiales de *P. taeda* y *P. elliotii* evaluados en el ensayo 75.

Código	Especie	Procedencia	Código	Especie	Procedencia
1	<i>P. elliotii</i>	FDA St. John (USA)	1	<i>P. taeda</i>	Arkansas (USA)
2	<i>P. elliotii</i>	FDA Dept. Agric. (USA)	2	<i>P. taeda</i>	FDA Marion (USA)
3	<i>P. elliotii</i>	Lousiana (USA)	3	<i>P. taeda</i>	Lousiana (USA)
4	<i>P. elliotii</i>	Mississippi (USA)	4	<i>P. taeda</i>	Mississippi (USA)
5	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 23 (SA)	5	<i>P. taeda</i>	Mondi AT 15 (SA)
6	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 33 (SA)	6	<i>P. taeda</i>	Mondi AT 2 (SA)
7	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 128 (SA)	7	<i>P. taeda</i>	Safcol108-0478 (SA)
8	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 151 (SA)	8	<i>P. taeda</i>	SE Texas (USA)
9	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 45 (SA)	9	<i>P. taeda</i>	TX Champion (USA)
10	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 47 (SA)	10	<i>P. taeda</i>	Gulf Hamok (USA)
11	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 57 (SA)	11	<i>P. taeda</i>	CP Georgia (USA)
12	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 7 (SA)			
13	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 90 (SA)			
14	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 96 (SA)			
15	<i>P. elliotii</i>	Comercial			

Durante los meses de invierno de los años 2000, 2002 y 2004 se realizaron mediciones de altura total DAP en todos los árboles. Con estos datos se calculó el porcentaje de sobrevivencia, el volumen por árbol y por hectárea con corteza usando un factor de forma de 0.5. Con los resultados de la medición al año 2004 se realizó un

análisis de varianza mediante el SAS para todas las variables mencionadas. Los contrastes de medias fueron realizados a través del test de Duncan al 5% de significación. Por otro lado fueron estimados los coeficientes de correlación para las variables citadas a distintas edades versus la medición al último año (2004).

Cuadro 8. Lista de materiales de *P. taeda* y *P. elliotii* evaluados en el ensayo 76.

Código	Especie	Procedencia	Código	Especie	Procedencia
1	<i>P. elliotii</i>	Alabama Gulf Coastal Plain (USA)	1	<i>P. taeda</i>	Gulf Hamok (USA)
2	<i>P. elliotii</i>	Florida St. John's (USA)	2	<i>P. taeda</i>	CP Georgia (USA)
3	<i>P. elliotii</i>	Lousiana Western Gula (USA)	3	<i>P. taeda</i>	Arkansas (USA)
4	<i>P. elliotii</i>	Mondi (SA)	4	<i>P. taeda</i>	FDA Marion (USA)
5	<i>P. elliotii</i>	Queensland (AUS)	5	<i>P. taeda</i>	Lousiana (USA)
6	<i>P. elliotii</i>	SE Queensland, Byfield (AUS)	6	<i>P. taeda</i>	Mississippi (USA)
7	<i>P. elliotii</i>	South East Georgia (USA)	7	<i>P. taeda</i>	Mondi AT 15 (SA)
8	<i>P. elliotii</i>	Georgia – South Florida (USA)	8	<i>P. taeda</i>	Mondi AT 2 (SA)
9	<i>P. elliotii</i>	Comercial	9	<i>P. taeda</i>	SE Texas (USA)
10	<i>P. elliotii</i>	FDA St. John (USA)	10	<i>P. taeda</i>	Texas Ch. (USA)
11	<i>P. elliotii</i>	FDA Dept. Agric. (USA)			
12	<i>P. elliotii</i>	Mississippi (USA)			
13	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 23 (SA)			
14	<i>P. elliotii</i>	Mondi AE 33 (SA)			
15	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 151 (SA)			
16	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 45 (SA)			
17	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 47 (SA)			
18	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 57 (SA)			
19	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 7 (SA)			
20	<i>P. elliotii</i>	Safcol E 96 (SA)			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYO 75

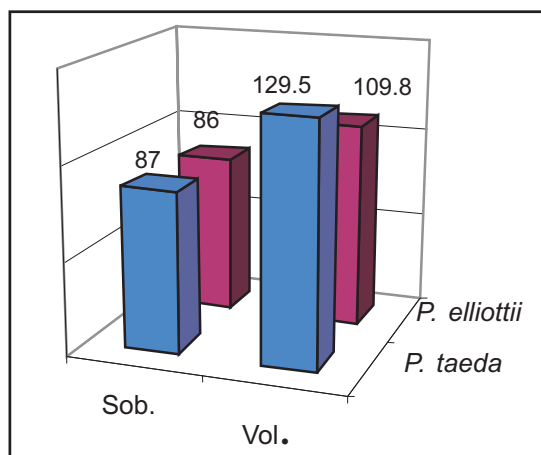
Comportamiento de las especies

A través del análisis de la varianza surge que, si bien existe una cierta superioridad de *P. taeda* con respecto a *P. elliotii*, no existen diferencias entre ambas especies para ninguna de las variables medidas (Cuadro 9). En términos generales los valores promedios obtenidos en este caso son muy similares a los registrados en el ensayo citado anteriormente para ambas especies con valores de IMA del entorno de 16-18 m³/ha/año (Figura 4).

Comportamiento de las procedencias de cada especie

P. taeda

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre procedencias para todas las variables medidas al

**Figura 4.** Valores de crecimiento y supervivencia al 7^{mo} año para ambas especies.

7^{mo} año (Cuadro 10). La procedencia que se destaca por el mayor crecimiento es la 10 "Gulf Hamok (USA)" con un valor de IMA con corteza de 28 m³/ha/año. Esta procedencia produce alrededor de 34% más madera que la procedencia siguiente en el ranking (11 "CP Georgia") y 100% más que la procedencia de peor comportamiento relativo (1 "Arkansas") (Figura 5).

Cuadro 9. Valores promedios de supervivencia y crecimiento al 7^{mo} año para cada especie.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
<i>P. taeda</i>	8.5 a	18.0 a	87 a	0.115 a	129.5 a	18.5
<i>P. elliotii</i>	8.2 a	17.1 a	86 a	0.098 a	109.8 a	15.7

Cuadro 10. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo.} año para las procedencias de *P. taeda* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
10	9.2 a	20.3 a	98 a	0.159 a	196.5 a	28.1
11	8.7 ab	18.3 abcd	95 a	0.120 b	146.5 b	20.9
5	8.9 ab	18.4 abc	89 a	0.125 b	139.0 b	19.9
7	8.9 ab	19.3 ab	79 ab	0.133 ab	135.6 b	19.4
3	8.8 ab	18.0 abcd	86 a	0.116 b	128.5 b	18.4
9	8.6 ab	17.7 abcd	87 a	0.111bc	124.9 b	17.8
4	8.2 abc	17.2 bcd	95 a	0.102 bc	120.8 b	17.3
6	8.2 abc	16.9 bcd	91 a	0.100 bc	114.0 b	16.3
2	8.6 abc	19.1 abcd	65 b	0.124 b	110.7 b	15.8
8	8.2 bc	16.7 cd	82 ab	0.096 bc	109.6 b	15.7
1	7.6 c	16.3 d	86 ab	0.080 c	98.2 b	14.0

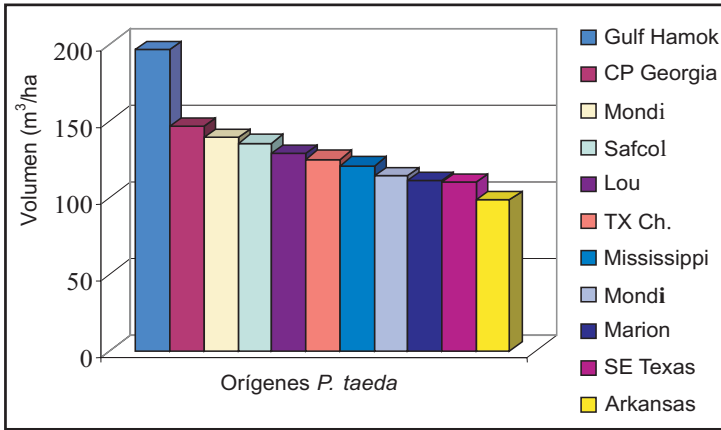


Figura 5. Valores de Volumen por ha al 7^{mo.} año de las procedencias de *P. taeda*.

P. elliotii

En el Cuadro 11 son presentados los valores de altura total, DAP, sobrevivencia,

volumen por árbol, volumen por hectárea y el incremento medio anual al 7^{mo.} año de las procedencias de *P. elliotii* evaluadas. El aná-

Cuadro 11. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo.} año para las procedencias de *P. elliotii* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
12	9.2 a	18.1 a	87 a	0.117 a	135.1 a	19.3
6	8.9 a	17.5 a	93 a	0.112 ab	132.5 a	18.9
9	8.5 ab	17.6 a	97 a	0.107 ab	130.1 a	18.6
7	8.6 ab	17.4 a	97 a	0.105 ab	127.5 a	18.2
10	8.2 abcd	17.9 a	89 a	0.114 ab	126.5 a	18.1
14	8.6 ab	16.9 a	95 a	0.102 ab	123.1 a	17.6
13	8.2 abcd	17.0 a	92 a	0.095 ab	113.2 a	16.2
15	8.4 abc	17.6 a	83 a	0.104 ab	110.8 a	15.8
1	8.2 abcd	17.7 a	81 a	0.106 ab	110.0 a	15.7
8	8.2 abc	17.8 a	76 a	0.104 ab	107.4 a	15.3
3	8 abcd	17.0 a	77 a	0.090 ab	93.3 a	13.3
2	7.6 bcd	16.1 a	84 a	0.081 ab	89.8 a	12.8
5	7.4 cd	15.6 a	84 a	0.077 b	86.1 a	12.3
11	7.8 abcd	15.1 a	84 a	0.074 b	81.6 a	11.7
4	7.6 d	16.8 a	65 a	0.079 ab	79.4 a	11.3

lisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre procedencias sólo para la variable altura total. No obstante esto, las procedencias de mayor crecimiento son la 12, 6, 9, 7 y 10 provenientes de Safcol y Mondi ambas de Sudáfrica con valores de IMA de 18 a 19 m³/ha/año.

Se observa que materiales de regiones próximas tienen valores de crecimiento muy diferentes. Es importante destacar que los materiales de menor crecimiento también provienen de Mondi y Safcol (procedencias 11 y 5, respectivamente) por lo que resulta de vital importancia la correcta elección de la fuente de semilla a utilizar (Figura 6).

ENSAYO 76

Comportamiento de las especies

Al igual que con el ensayo 75 el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre especies para ninguna de los parámetros evaluados al 7^{mo} año (Cuadro

12). Por otro lado los valores obtenidos en este ensayo son similares a los obtenidos en el ensayo citado anteriormente, hecho que está asociado a la similitud de ambos sitios. En este caso el valor de vol/ha alcanzado por *P. taeda* es algo inferior al registrado en el ensayo 75 probablemente explicado por el alto grado de enmalezamiento que tuvo en las primeras etapas del cultivo lo cual podría estar reflejado en los menores valores de sobrevivencia de este ensayo (Fig. 7).

Comportamiento de las procedencias de cada especie

P. taeda

Del análisis de varianza surge que no existen diferencias significativas entre procedencias al 7^{mo} año para ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 13). De todos modos, como en el ensayo 75, la procedencia 1 "Gulf Hamok (USA)" es la que se destaca con un IMA de 19 m³/ha/año. A su vez, las procedencias 9, 5 y 8 provenientes de SE

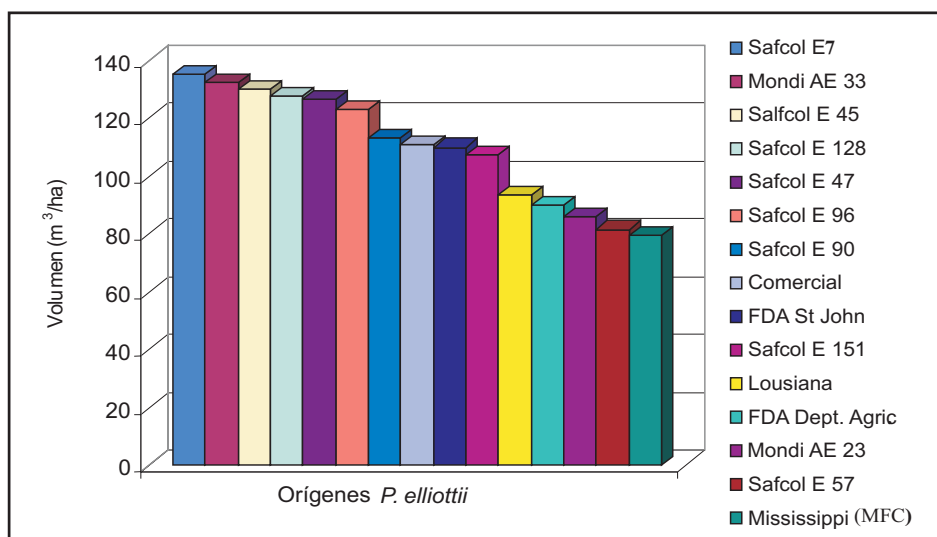


Figura 6. Valores de Volumen por ha al 7^{mo}. año de las procedencias de *P. elliotii*

Cuadro 12. Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento al 7^{mo}. año para cada especie.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/árbol (m³)	Volumen/ha (m³/ha)	IMA (m³/ha/año)
<i>P. taeda</i>	9.1 a	16.2 a	76 a	0.109 a	105.2 a	15.0 a
<i>P. elliotii</i>	9.4 a	16.3 a	74 a	0.107 a	101.6 a	14.5 a

Texas, Lousiana (ambas de USA) y Mondi (Sudáfrica), respectivamente, tienen crecimiento relativamente altos con valores de IMA de 16 a 18 m³/ha/año. Los materiales de menor crecimiento son el 6, 2 y 4 provenientes de Mississippi, CP Georgia y Marion (USA). La procedencia de mayor productividad (1) tiene una superioridad de 55% con respecto a la de peor comportamiento (4, FDA Marion), (Figura 8).

En el Cuadro 14 son presentados los datos de altura total, DAP, sobrevivencia, volumen por árbol, volumen por ha e incremento medio anual al 7^{mo} año de las procedencias evaluadas. El análisis de varianza detectó diferencias significativas para todas las variables excepto para la altura total. Las procedencias de mayor crecimiento son

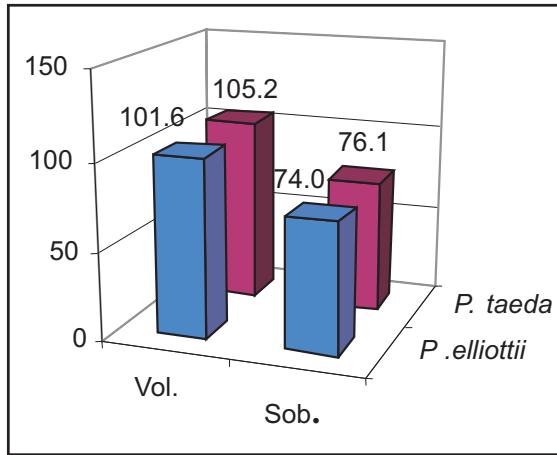


Figura 7. Valores de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo} año para ambas especies

Cuadro 13. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo}. año para las procedencias de *P. taeda* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
1	9.2 a	20.3 a	67 a	0.167 a	132.1 a	18.9
9	8.7 a	18.3 a	89 a	0.117 a	122.9 a	17.6
5	8.9 a	18.4 a	94 a	0.107 a	117.5 a	16.8
8	8.9 a	19.3 a	92 a	0.101 a	110.0 a	15.7
10	8.8 a	18.0 a	58 a	0.152 a	103.4 a	14.8
7	8.6 a	17.7 a	70 a	0.117 a	96.8 a	13.8
3	8.2 a	17.2 a	91 a	0.091 a	96.5 a	13.8
6	8.2 a	16.9 a	77 a	0.104 a	94.0 a	13.4
2	8.6 a	19.1 a	70 a	0.113 a	93.5 a	13.4
4	8.2 a	16.7 a	53 a	0.136 a	85.1 a	12.2

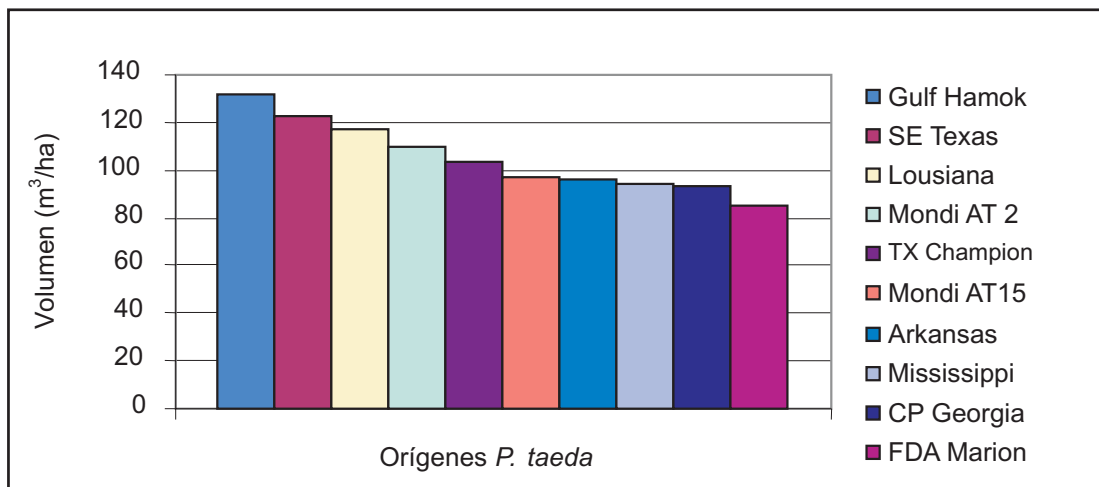


Figura 8. Valores de Volumen por ha al 7^{mo}. año de las procedencias de *P. taeda*. y *P. elliottii*.

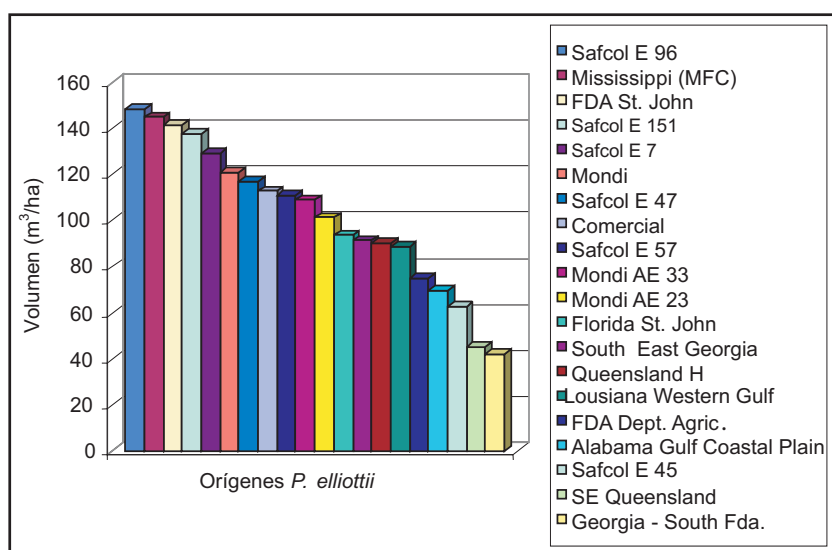
Cuadro 14. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7^{mo} año para las procedencias de *P. elliotii* evaluadas.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
20	10.0 a	17.7 a	98 a	0.128 a	148.3 a	21.2
12	9.9 a	17.7 a	97 ab	0.127 a	145.1 a	20.7
10	9.8 a	18.0 a	91 abcd	0.133 a	141.7 ab	20.2
15	10.6 a	17.7 a	88 abcd	0.134 a	137.6 ab	19.7
19	10.2 a	17.8 ab	81 abcdef	0.135 ab	129.1 abc	18.4
4	10.3 a	18.1 ab	70 abcdef	0.146 abc	120.8 abc	17.3
17	9.7 a	17.4 ab	81 abcdef	0.123 abc	117.1 abcd	16.7
9	9.7 a	17.1 ab	83 abcde	0.116 abc	112.9 abcde	16.1
18	9.8 a	16.4 ab	89 abcd	0.106 abc	111.0 abcde	15.9
14	10.1 a	17.7 ab	70 abcdef	0.132 abc	109.1 abcde	15.6
13	8.8 a	15.8 abc	92 abc	0.094 abc	101.4 abcde	14.5
2	9.4 a	17.5 ab	66 abcdef	0.122 abc	93.8 abcde	13.4
7	9.5 a	15.8 abc	78 abcdef	0.100 abc	91.5 abcde	13.1
5	11.9 a	16.3 abc	56 cdefg	0.136 ab	90.3 abcde	12.9
3	9.7 a	17.7 ab	59 cdefg	0.128 abc	89.0 abcde	12.7
11	8.8 a	15.3 abc	75 abcdef	0.085 abc	75.1 abcde	10.7
1	9.4 a	16.7 abc	52 efg	0.115 abc	69.5 bcde	9.93
16	8.7 a	15.2 abc	63 bcdefg	0.085 abc	62.5 cde	8.93
6	8.5 a	14.8 c	44 g	0.088 abc	45.4 de	6.49
8	8.7 a	14.5 bc	47 fg	0.076 bc	41.9 e	5.98

la 20, 12, 10 y 15 provenientes de Safcol (Sudáfrica), Mississippi (USA), Marion (USA) y Safcol (Sudáfrica), respectivamente, con valores de IMA de 20 a 21 m³/ha/año. Estos materiales tienen valores de crecimiento que superan en más de tres veces a las procedencias de peor comportamiento. Los mayores valores de productividad por ha están asociados tanto a los mayores valores de crecimiento individual como a los altos valores de sobrevivencia. Los materiales de menor crecimiento son el 8, 6, 16, 1 y 11 provenientes de Georgia Sout Florida (USA), SE Queensland (AUS), Safcol E 45 (Sudáfrica),

Alabama (USA) y FDA Dept. Agric (USA), respectivamente. Algunos de estos materiales muestran una falta de adaptación a las condiciones del sitio reflejado en los bajos valores de sobrevivencia. (Fig. 9).

344

**Figura 9.** Valores de Volumen por ha al 7^{mo} año de las procedencias de *P. elliotii*.

EFFECTO SITIO

ANÁLISIS INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE

ENSAYO 75 vs. 76

Del análisis de varianza considerando las procedencias comunes de ambas especies en los dos sitios surge que no existen diferencias entre sitios para las variables altura total, DAP, sobrevivencia, volumen por árbol y por há (Cuadro 15). Esto implica que en promedio las dos especies se comportan de la misma manera en cada sitio lo cual era esperable teniendo en cuenta la proximidad de los dos ensayos y por tratarse de tipos de suelos con similares características.

El análisis realizado con las procedencias comunes a los dos ensayos muestra que no existe un nivel de interacción significativo entre el sitio y las especies para ninguna de las variables medidas (Figuras 10, 11 y 12). Esto implica que las dos especies tienen una respuesta muy similar en ambos sitios. En este sentido se observa que *P. taeda* tiene una pequeña superioridad en cuanto a la productividad por árbol y por ha con respecto a *P. elliottii* en el ensayo 75 situación que se invierte en el ensayo 76.

Cuadro 15. Resultados de crecimiento y sobrevivencia de las procedencias comunes a los dos ensayos: M. Díaz y Médanos de Gutiérrez (Rivera).

Ensayo	Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m ³)	Volumen/ha (m ³ /ha)
75 (M. Díaz)	<i>P. elliottii</i>	8.1 a	16.7 a	84 a	0.097 a	108.1 a
	<i>P. taeda</i>	8.3 a	17.5 a	87 a	0.113 a	128.5 a
76 (Médanos)	<i>P. elliottii</i>	9.5 a	16.8 a	82 a	0.112 a	113.8 a
	<i>P. taeda</i>	9.1 a	16.2 a	76 a	0.109 a	104.6 a

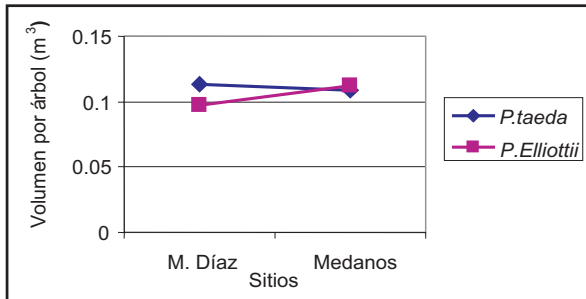


Figura 10. Volumen por árbol de *P. taeda* y *P. elliottii* en ambos sitios.

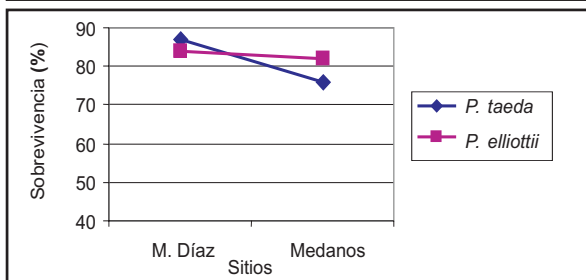
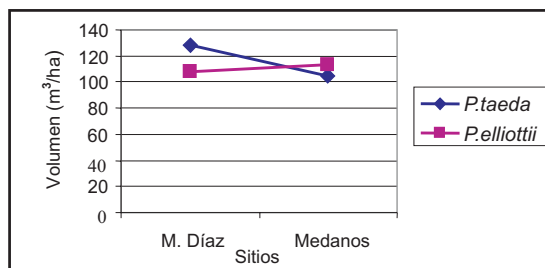


Figura 11. Sobrevivencia de *P. taeda* y *P. elliottii* en ambos sitios.

Figura 12. Volumen por ha de *P. taeda* y *P. elliottii* en ambos sitios.



Relaciones entre mediciones

En el Cuadro 16 se presentan los coeficientes de correlación calculados entre los parámetros medidos al 3^{er} año vs el volumen por hectárea medido al último año de evaluación. De los datos obtenidos en general se observa que existe una baja relación entre los parámetros de crecimiento medidos en las primeras etapas del cultivo y la medición de volumen por ha al 7^{mo} año. Esto indica que sería necesario esperar algunos años más para poder identificar aquellos materiales que mantengan su superioridad hasta el momento de la cosecha. La excepción está dada por las procedencias de *P.elliottii* en el ensayo 75 cuyos valores indican que existe un alto grado de asociación entre todos los parámetros medidos en etapas tempranas con el volumen por ha al último año de evaluación.

se destaca la procedencia de 4A de Sappi (Sudáfrica) con un IMA de 17 m³/ha/año.

Los coeficientes de correlación calculados indican que es posible identificar los mejores materiales genéticos de ambas especies desde los primeros años del cultivo.

En los ensayos instalados en M.Díaz y Médanos (año 1997), se observa la misma tendencia que en el ensayo anterior en el sentido que ambas especies tienen valores de crecimientos muy similares. En las dos especies se detectaron diferencias entre procedencias destacándose en los dos ensayos la 10 "Gulf Hamok" (USA) para *P.taeda* con un IMA de 28 m³/ha/año. Para *P.elliottii* las mejores procedencias en el ensayo de M.Díaz son la 12, 6, 9, 7 y 10 provenientes de Safcol y Mondi (Sudáfrica) con valores de IMA de 18 a 19 m³/ha/año. En el ensayo de Médanos las procedencias de mayor crecimiento son la 20,

Cuadro 16. Valores de correlación entre los parámetros medidos al 3^{er} año vs el volumen por hectárea al 7^{mo} año.

Ensayo	Especie	Altura	DAP	Sobrevivencia	Volumen/ha
75 (M. Díaz)	<i>P. elliottii</i>	0.82	0.80	0.91	0.83
	<i>P. taeda</i>	0.45	0.37	0.72	0.73
76 (Médanos)	<i>P. elliottii</i>	0.62	0.64	0.48	0.53
	<i>P. taeda</i>	0.32	0.28	0.22	0.25

346

CONCLUSIONES

De los datos obtenidos en esta serie de ensayos puede concluirse que:

En el ensayo instalado próximo a la ciudad de Rivera (año 1994), confirmando la tendencia observada en evaluaciones anteriores, *P. taeda* muestra una ligera superioridad en cuanto al crecimiento que *P. elliottii*. Los valores obtenidos con ambas especies son algo mayores a los registrados comercialmente.

Para *P. taeda* se detectaron diferencias en productividad entre procedencias destacándose la 4 de Texas (USA), 3 de Louisiana (USA) y 1 de Mondi (Sudáfrica) con valores de IMA próximos a 18 m³/ha/año. Para *P.elliottii*

12, 10 y 15 provenientes de Safcol (Sudáfrica), Mississippi (USA), Marion (USA) y Safcol (Sudáfrica), respectivamente, con valores de IMA de 20 a 21 m³/ha/año.

En promedio las dos especies tienen un comportamiento muy similar en los sitios evaluados y tienen la misma respuesta al pasar de un sitio a otro. En general existe una baja relación entre los parámetros de crecimientos medidos al 3^{er} año con el volumen por ha al 7^{mo} año.

Considerando todos los ensayos evaluados surge que existen fuentes de semilla, tanto para *P. elliottii* como para *P. taeda*, provenientes de diferentes regiones del sudeste de EEUU y Sudáfrica con buenos valores de crecimiento.



BIBLIOGRAFÍA

METHOL, R; RESQUIN, F. 2001. Evaluación de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* al quinto año. **En:** Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera. Montevideo: INIA. p. 97-101 (Serie Técnica 123).

SORRENTINO, A. 1992. Proyecto: Índices de sitio, volumetría y crecimiento de pinos y eucaliptos en el Uruguay. Informe final: Documento completo. Consultoría. Montevideo: MGAP. Dirección Forestal. 228 p.

URUGUAY. MGAP. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2003. *Boletín estadístico*, v. 4, no.3, 58 p.

